

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

## Simulações computacionais da propagação de incêndio em uma floresta homogênea com o uso de autômatos celulares

Barbara Aires Pereira<sup>1</sup>

Departamento de Bioestatística, UNESP, Botucatu, SP

Andriana S. L. O. Campanharo<sup>2</sup>

Departamento de Bioestatística, UNESP, Botucatu, SP

Os incêndios são fenômenos que atingem anualmente grandes extensões florestais em todo o mundo mesmo diante das atividades de prevenção, ocasionando diversos danos ambientais, sociais e econômicos às áreas em que ocorrem [1]. Diante dessa problemática, as simulações computacionais são ferramentas úteis para compreender os fenômenos naturais que ocorrem no espaço (Sousa, 2001), sendo assim, podem ser utilizadas para simular incêndios florestais para que posteriormente possam ser adotados meios de evitá-los ou combatê-los. Para isso podem ser usados os Autômatos Celulares, uma classe útil de modelos matemáticos para realizar a modelagem do comportamento de incêndios florestais, o que é proposto no presente trabalho.

Um autômato celular é constituído por uma grade (matriz) uniforme cuja dimensão é determinada pela quantidade de células. A evolução do mesmo ocorre graças às regras de transição impostas que determinam, a partir de um estado inicial, o estado que a célula apresentará no instante seguinte [2]. No modelo proposto neste trabalho considera-se uma grade bidimensional de dimensão  $50 \times 50$ , com simetria quadrada e vizinhança de Von Neumann, sendo que para cada célula há cinco possíveis estados para representar a propagação do incêndio: verde, amarelo, laranja, vermelho e preto, sendo as cores amarelo, laranja e vermelho subdivisões da intensidade do estado “queimando”. As regras de transição probabilísticas e determinísticas são descritas a seguir:

- **Configuração inicial:**  $50^2$  árvores foram dispostas em uma grade bidimensional  $50 \times 50$ , todas no estado verde, ou seja, árvores que encontram-se isentas da ação do fogo.
- **Foco de incêndio:** Um foco de incêndio com cerca de 100 árvores foi inserido de forma determinística na região central da grade em estudo, alterando os estados das árvores de verde para amarelo (primeiro estado queimando).
- **Transição do estado verde para amarelo:** A cada instante de tempo uma árvore no estado verde pôde ter seu estado alterado para o amarelo em função do estado

---

<sup>1</sup>barbara.aires.pereira@gmail.com

<sup>2</sup>andriana@ibb.unesp.br

das suas vizinhas e de uma probabilidade, oriunda de uma distribuição uniforme, com base na intensidade de chama, dada por  $p = 0.7$ .

- **Transição do estado amarelo ao preto:** Após a evolução inicial do autômato, as células no estado amarelo puderam ter seu estado alterado para laranja, desde que uma dada célula permanecesse no estado amarelo por três passos consecutivos de tempo, e essa mesma regra valeu para a transição do laranja para o vermelho e, por fim, do vermelho para o preto que representa uma árvore completamente queimada.
- **Ação do vento:** Nessa etapa há adição da variável vento, representada por um vetor chamando “Vento” de quatro posições que contem nas mesmas as probabilidades que permitem definir o sentido e velocidade do vento, e intensidade da chama durante a evolução do código.

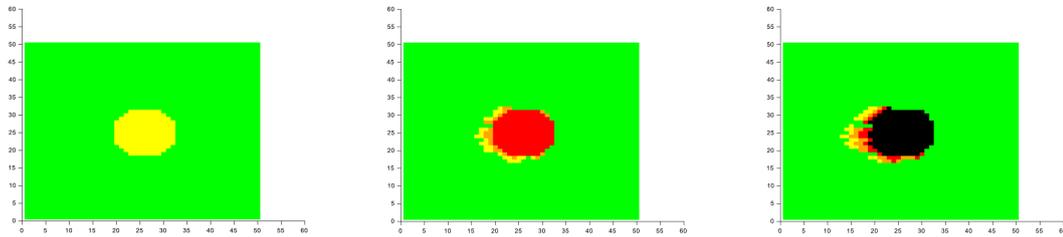


Figura 1: Cenário obtido utilizando-se um reticulado  $50 \times 50$  com os cinco possíveis estados anteriormente descritos nos tempos 1, 5 e 9 respectivamente, sob ação do vento oeste com  $p = 0.7$

Embora o modelo proposto seja simples, os resultados aqui apresentados demonstram a eficácia do uso dos autômatos celulares na modelagem da propagação do fogo, além de ser uma ferramenta promissora para esse tipo de simulação.

## Agradecimentos

As autoras agradecem o suporte financeiro concedido pela FAPESP: 2015/17325-5.

## Referências

- [1] R. V. Soares and A. C. Batista. *Incêndios florestais. Controle, efeitos e uso do fogo*. Universidade Federal do Paraná, 2007.
- [2] S. A. F. S. Sousa. *Autômatos celulares*. Monografia, 2001, 2002.